

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 3 1 日  
Date of Application:

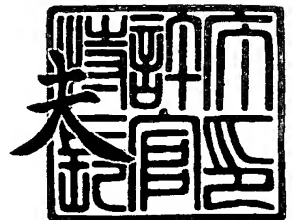
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 0 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 9 4 4 0 3 ]

出      願      人            コニカミノルタホールディングス株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年   1 月   5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 DKY01108

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 13/18

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

    【氏名】 池中 清乃

【特許出願人】

    【識別番号】 000001270

    【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100090033

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 荒船 博司

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 027188

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 集光光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも、第 1 光源から出射される波長  $\lambda_1$  ( $350\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 450\text{ nm}$ ) の光束を保護基板厚  $t_1$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{ mm}$ ) の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行い、第 2 光源から出射される波長  $\lambda_2$  ( $650\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 700\text{ nm}$ ) の光束を保護基板厚  $t_2$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{ mm}$ ) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられる集光光学系であって、

前記各光情報記録媒体の情報記録面の直前に対向して配置される単玉の対物光学素子と、該対物光学素子の光源側の光学面の直前に対向して配置される単玉の第 1 光学素子とを備え、

前記対物光学素子及び第 1 光学素子の光学面のうち少なくとも 1 つの光学面に、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対して位相差を付与する位相差付与構造が形成され、該位相差付与構造が、前記第 1 光源からの出射光束の波長が  $\lambda_1$  から  $1\text{ nm}$  変動した場合の当該波長変動前後における、光軸方向に同じ位置での収差変動量を  $0.3\lambda_{\text{rms}}$  以下に補正する色補正機能を有することを特徴とする集光光学系。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の集光光学系であって、

前記位相差付与構造が、前記第 1 光学素子の光源側の光学面に形成されることを特徴とする集光光学系。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の集光光学系であって、

前記波長  $\lambda_1$  の光束と波長  $\lambda_2$  の光束との波長差によって生じる球面収差を補正する機能を有することを特徴とする集光光学系。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子の光学面が有する屈折力と前記第 1 光学素子の光学面が有する屈折力とを組み合わせることにより、前記波長  $\lambda_1$  の光束と波長  $\lambda_2$  の光束との波長差によって生じる球面収差を補正する機能が達成されることを特徴とする

集光光学系。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記第 1 光学素子の光学面のうち少なくとも一方が凸面であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と前記波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  が、

$$m_1 = 0$$

$$m_2 = 0$$

を満たすことを特徴とする集光光学系。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の集光光学系であって、前記位相差付与構造が回折構造であり、前記波長  $\lambda_1$  の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる  $n$  ( $n$  は自然数) 次の回折光を前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることを特徴とする集光光学系。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の集光光学系であって、 $n = 5$  であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 9】 請求項 7 に記載の集光光学系であって、 $n = 8$  であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 10】 請求項 1～5 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と前記波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  が、

$$m_1 = 0$$

$$m_2 \neq 0$$

を満たすことを特徴とする集光光学系。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の集光光学系であって、前記位相差付与構造が回折構造であり、前記波長  $\lambda_1$  の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる  $n$  ( $n$  は自然数) 次の回折光を前

記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることを特徴とする集光光学系。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 に記載の集光光学系であって、  
 $n = 5$ であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 に記載の集光光学系であって、  
 $n = 8$ であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 1 4】 請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記光ピックアップ装置が、第 3 光源から出射される波長  $\lambda_3$  ( $750 \text{ nm} \leq \lambda_3 \leq 850 \text{ nm}$ ) の光束を保護基板厚  $t_3$  ( $1.1 \text{ mm} \leq t_3 \leq 1.3 \text{ mm}$ ) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする集光光学系。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 に記載の集光光学系であって、  
前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と前記波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  と前記波長  $\lambda_3$  の光束に対する光学系倍率  $m_3$  とが、

$$m_1 = 0$$

$$m_2 = 0$$

$$m_3 = 0$$

を満たすことを特徴とする集光光学系。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 に記載の集光光学系であって、  
前記対物光学素子及び第 1 光学素子の光学面のうち前記位相差付与構造が形成されている面が、少なくとも、光軸を含む中央領域と該中央領域の周囲を覆う周辺領域とに区分され、該中央領域を通過した前記波長  $\lambda_3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、該周辺領域を通過した前記波長  $\lambda_3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられず、

前記中央領域が、少なくとも第 1 領域と第 2 領域とに区分され、該第 1 領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第 1 情報記録媒

体の情報記録面上に集光する前記波長  $\lambda 1$  の光束の回折次数が奇数であり、該第 2 領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第 1 情報記録媒体の情報記録面上に集光する前記波長  $\lambda 1$  の光束の回折次数が偶数であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 17】 請求項 16 に記載の集光光学系であって、  
前記第 1 領域と第 2 領域とが、光軸方向に沿った段差面を介して連続することを特徴とする集光光学系。

【請求項 18】 請求項 16 又は 17 に記載の集光光学系であって、  
前記中央領域中に前記第 1 領域と第 2 領域とが 1 つずつ形成されることを特徴とする集光光学系。

【請求項 19】 請求項 18 に記載の集光光学系であって、  
前記第 1 領域が光軸を含む領域に形成されることを特徴とする集光光学系。

【請求項 20】 請求項 18 に記載の集光光学系であって、  
前記第 2 領域が光軸を含む領域に形成されることを特徴とする集光光学系。

【請求項 21】 請求項 14 に記載の集光光学系であって、  
前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda 1$  の光束に対する光学系倍率  $m 1$  と前記波長  $\lambda 2$  の光束に対する光学系倍率  $m 2$  と前記波長  $\lambda 3$  の光束に対する光学系倍率  $m 3$  とが、

$$m 1 = 0$$

$$m 2 = 0$$

$$m 3 \neq 0$$

を満たすことを特徴とする集光光学系。

【請求項 22】 請求項 21 に記載の集光光学系であって、  
前記対物光学素子及び第 1 光学素子の光学面のうち前記位相差付与構造が形成されている面が、少なくとも、光軸を含む中央領域と該中央領域の周囲を覆う周辺領域とに区分され、該中央領域を通過した前記波長  $\lambda 3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、該周辺領域を通過した前記波長  $\lambda 3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられず、

前記中央領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第1情報記録媒体の情報記録面上に集光する前記波長 $\lambda_1$ の光束の回折次数が偶数であることを特徴とする集光光学系。

【請求項23】 請求項22に記載の集光光学系であって、

前記中央領域を通過する前記 $\lambda_1$ の光束の回折次数が10、8、6又は2であることを特徴とする集光光学系。

【請求項24】 請求項22又は23のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記周辺領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第1情報記録媒体の情報記録面上に集光する前記波長 $\lambda_1$ の光束の回折次数が奇数であることを特徴とする集光光学系。

【請求項25】 請求項22～24のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記周辺領域を通過する前記波長 $\lambda_3$ の光束は、前記位相差付与構造により位相差を付与されてフレア化されることにより、前記第3情報記録媒体の情報記録面上に集光しないことを特徴とする集光光学系。

【請求項26】 請求項22～25のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記周辺領域を通過する波長 $\lambda_3$ の光束を前記第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光させない開口制限機能を有する光学素子が、前記第1光学素子の光源側の光学面に対向して配置されることを特徴とする集光光学系。

【請求項27】 請求項22～26のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子及び第1光学素子の光学面のうち少なくとも1つの光学面に、前記波長 $\lambda_1$ の光束及び波長 $\lambda_2$ の光束は通過させると共に前記波長 $\lambda_3$ の光束を反射することにより前記第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光させない波長選択性を有する多層膜が塗布されていることを特徴とする集光光学系。

【請求項28】 請求項22～27のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記光ピックアップ装置が、光検出器と前記第2光源とが一体的に構成されたホロレーザユニットを備え、前記第2光情報記録媒体の情報記録面で反射した前記波長 $\lambda_2$ の光束が、復路において往路と同一の光路を辿って該ホロレーザユニットが有するホログラム素子に至り、該ホログラム素子によりその進路を変更されて、前記光検出器に入射することを特徴とする集光光学系。

【請求項29】 請求項14に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子の、前記波長 $\lambda_1$ の光束に対する光学系倍率 $m_1$ と前記波長 $\lambda_2$ の光束に対する光学系倍率 $m_2$ と前記波長 $\lambda_3$ の光束に対する光学系倍率 $m_3$ とが、

$$m_1 = 0$$

$$m_2 \neq 0$$

$$m_3 \neq 0$$

を満たすことを特徴とする集光光学系。

【請求項30】 請求項29に記載の集光光学系であって、

$$m_2 = m_3$$

を満たすことを特徴とする集光光学系。

【請求項31】 請求項30に記載の集光光学系であって、

前記第2光源と前記第3光源とが一体化していることを特徴とする集光光学系。

【請求項32】 請求項29又は30に記載の集光光学系であって、

前記光ピックアップ装置が、光検出器と前記第3光源とが一体的に構成されたホロレーザユニットを備え、前記第3光情報記録媒体の情報記録面で反射した前記波長 $\lambda_3$ の光束が、復路において往路と同一の光路を辿って該ホロレーザユニットが有するホログラム素子に至り、該ホログラム素子によりその進路を変更されて、前記光検出器に入射することを特徴とする集光光学系。

【請求項33】 請求項29～32のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

光源側から光軸方向に順に積層される厚さ $t_1$ の前記保護基板と第1情報記録面と第2情報記録面とを有する前記第1光情報記録媒体に対して情報の再生及び



／又は記録を行うことが可能な光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする集光光学系。

【請求項 3 4】 請求項 1 ～ 3 3 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子の光情報記録媒体側の光学面から前記第 1 光情報記録媒体の前記保護基板の表面までの光軸上の距離が 1 mm 以上であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 3 5】 請求項 1 ～ 3 4 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子と前記第 1 光学素子とから成る合成系の前記波長  $\lambda 1$  の光束に対する焦点距離が 2.0 mm ～ 4.0 mm の範囲内であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 3 6】 請求項 1 ～ 3 5 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記第 2 光源からの出射光束の波長が  $\lambda 2$  から 1 nm 変動した場合の当該波長変動前後における、光軸方向に同じ位置での収差変動量を  $0.03 \lambda \text{ rms}$  以下に補正する色補正機能を有する光学素子が、前記波長  $\lambda 2$  の光束の光路中であって前記波長  $\lambda 1$  の光束の光路以外に配置されることを特徴とする集光光学系。

【請求項 3 7】 請求項 1 ～ 3 6 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記位相差付与構造が、鋸歯状の回折輪帯又は光軸を中心とした複数の輪帯面が光軸にほぼ平行な段差を介して連続する段差構造で構成され、

前記回折輪帯又は段差構造の数が 15 ～ 30 の範囲内であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 3 8】 請求項 1 ～ 3 7 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子と前記第 1 光学素子の前記波長  $\lambda 1$  の光束に対するアッペ数が異なることを特徴とする集光光学系。

【請求項 3 9】 請求項 1 ～ 3 7 のいずれか一項に記載の集光光学系であって

て、

前記対物光学素子と前記第 1 光学素子の前記波長  $\lambda$  1 の光束に対するアッペ数が等しいことを特徴とする集光光学系。

【請求項 40】 請求項 38 又は 39 に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子と前記第 1 光学素子のうち少なくとも一方の光学素子の硝材がプラスチックであることを特徴とする集光光学系。

【請求項 41】 請求項 1～40 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記光ピックアップ装置の駆動時において、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子との相対位置が変更可能であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 42】 請求項 1～40 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、

前記光ピックアップ装置の駆動時において、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子との相対位置が変更不可能であることを特徴とする集光光学系。

【請求項 43】 請求項 42 に記載の集光光学系であって、

前記対物光学素子と前記第 1 光学素子とが物理的に連結されていることを特徴とする集光光学系。

【請求項 44】 請求項 42 又は 43 に記載の集光光学系であって、

前記第 1 光学素子の光源側の光学面から前記対物光学素子の光情報記録媒体側の光学面までの光軸上の距離が 3 mm 以下であることを特徴とする集光光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置の集光光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、波長 400 nm 程度の青色レーザー光を用いることにより光情報記録媒体（光ディスク）の記録密度を高め、記憶容量を大きくしたいいわゆる高密度光ディスクの研究・開発が進められている。

高密度光ディスクの規格としては、例えば、対物レンズの像側開口数（NA）を 0.85 程度、保護基板厚を約 0.1 mm とするものや、NA 及び保護基板厚を従来の DVD（デジタルビデオディスク）と同程度の約 0.65 及び約 0.6 mm に抑えたものが知られている。以下の説明においては、NA を 0.65 程度、保護基板厚を 0.6 mm 程度とする高密度光ディスクを「AOD（Advanced Optical Disc）」と表記する。

#### 【0003】

そして、このような高密度光ディスクと、DVD（デジタルビデオディスク）や CD（コンパクトディスク）等の従来より広く用いられている光ディスクとの互換性を有する光ピックアップ装置に関する技術が種々提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

ここで、光ピックアップ装置においては、例えば光源からの出射光束のパワーを上昇させる際に、光束の波長が瞬間的に変動するいわゆるモードホップが生じると、光軸上に形成される集光スポットの位置が光ディスクの情報記録面からずれるという問題が生じるため、例えば単玉の対物レンズの光学面に回折構造を設けることにより、このような波長変動に対するレンズ特性（波長特性）の補正（以下、「モードホップ補正」ともいう。）を行なう必要がある。

#### 【0004】

なお、モードホップ補正とは、上記波長変動前後での、集光スポットにおける収差（軸上色収差と球面色収差とを合わせた収差）を回折限界以下に補正することをいう。

特に、AOD では、NA が 0.65 程度と比較的大きく、光束の波長が 400 nm 程度と短いことに起因して、モードホップ時の波長の変動量が大きくなることから、集光スポットの位置ずれ量が大きくなるという問題がある。

#### 【0005】

また、対物レンズは軽量かつ安価で加工性が高いプラスチック製であることが多いが、プラスチックは温度変化により屈折率が変化するという特徴を有するため、温度上昇により球面収差がオーバー方向に発生するという問題が生じる。従って、このような温度変化に対するレンズの特性（温度特性）を改善するべく、

例えば、単玉の対物レンズの光学面に回折構造を設け、回折構造により球面収差をアンダー方向に発生させることにより、温度上昇によりオーバー方向に発生した球面収差を相殺する場合がある。

また、光源の個体差に起因して、出射光束の波長が光源毎に異なる場合があるので、アクチュエータを用いて単玉の対物レンズの位置を光情報記録媒体に対して相対的に光軸方向に移動させることで上記軸上色収差を補正し、単玉の対物レンズの光学面に設けた回折構造を利用して上記球面色収差の補正を行なっている。なお、モードホップ等の瞬間的変化以外の環境変化に対しては、上述のように、アクチュエータを用いて対物レンズを光情報記録媒体に対して相対的に移動させることにより、通常、光情報記録媒体の情報記録面の光軸方向の位置は、集光スポットの波面収差が最小となる位置に調節されている。

#### 【0006】

また、波長 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の2種類の光束をそれぞれ異なる種類の光ディスクに集光させる互換性を有する光ピックアップ装置では、例えば、単玉の対物レンズの光学面の一部に回折構造を設けることにより、この回折構造を通過する波長 $\lambda 2$ の光束をフレア化させ、光ディスクに集光させない構成とすることにより、波長 $\lambda 2$ の光束に対する対物レンズの開口数を制限する機能（開口制限機能）を持たせたり、また、回折構造により回折作用を受ける波長 $\lambda 1$ 及び波長 $\lambda 2$ の光束のうち、最も回折効率が高くなる次数の回折光を利用することで、光利用効率を高め、情報の記録及び／又は再生に十分な光量を得ている。

#### 【0007】

以上のように、従来より、単玉の対物レンズの光学面に回折構造を設けることによって、光利用効率の向上、波長特性及び温度特性の向上、開口制限機能の確保等の技術的課題の解消が図られている。

#### 【0008】

#### 【特許文献1】

特開 2001-93179号公報

#### 【0009】

#### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、単玉の対物レンズに設けた回折構造のみでは、対物レンズの設計の自由度が低くなることから、上記技術的課題を全て解消するのが困難であるという問題がある。

また、特許文献 1 には、集光レンズと回折光学素子とを組み合わせた対物レンズユニットを用いる技術が開示されており、この対物レンズユニットを通過する 2 種類の光束（第 1 光ビームと第 2 光ビーム）の回折光を利用することで収差を抑え、小型化に適した光ピックアップ装置を提供するものである。

#### 【0010】

ところが、特許文献 1 に開示されているような平凹レンズを回折光学素子として用いる場合には、凸レンズを用いる場合と比較して屈折力が弱くなり、対物レンズユニット全体としての屈折力も弱くなることから、屈折力を利用した球面収差補正の効果を十分に得られないおそれがある。

#### 【0011】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、AOD と他の光情報記録媒体との互換性を有し、球面収差を抑えることが可能な集光光学系を提供することである。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、少なくとも、第 1 光源から出射される波長  $\lambda_1$  ( $350\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 450\text{ nm}$ ) の光束を保護基板厚  $t_1$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{ mm}$ ) の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行い、第 2 光源から出射される波長  $\lambda_2$  ( $650\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 700\text{ nm}$ ) の光束を保護基板厚  $t_2$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{ mm}$ ) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に用いられる集光光学系であって、前記各光情報記録媒体の情報記録面の直前に対向して配置される単玉の対物光学素子と、該対物光学素子の光源側の光学面の直前に対向して配置される単玉の第 1 光学素子とを備え、前記対物光学素子及び第 1 光学素子の光学面のうち少

なくとも 1 つの光学面に、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対して位相差を付与する位相差付与構造が形成され、該位相差付与構造が、前記第 1 光源からの出射光束の波長が  $\lambda_1$  から 1 nm 変動した場合の当該波長変動前後における、光軸方向に同じ位置での収差変動量を  $0.03 \lambda_{rms}$  以下に補正する色補正機能を有することを特徴とする。

#### 【0013】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の集光光学系であって、前記位相差付与構造が、前記第 1 光学素子の光源側の光学面に形成されることを特徴とする。

#### 【0014】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の集光光学系であって、前記波長  $\lambda_1$  の光束と波長  $\lambda_2$  の光束との波長差によって生じる球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

#### 【0015】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の光学面が有する屈折力と前記第 1 光学素子の光学面が有する屈折力とを組み合わせることにより、前記波長  $\lambda_1$  の光束と波長  $\lambda_2$  の光束との波長差によって生じる球面収差を補正する機能が達成されることを特徴とする。

#### 【0016】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記第 1 光学素子の光学面のうち少なくとも一方が凸面であることを特徴とする。

#### 【0017】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と前記波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  が、 $m_1 = 0$ 、 $m_2 = 0$  を満たすことを特徴とする。

#### 【0018】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載の集光光学系であって、前記位相差

付与構造が回折構造であり、前記波長 $\lambda_1$ の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる $n$  ( $n$ は自然数) 次の回折光を前記第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることを特徴とする。

【0019】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の集光光学系であって、 $n=5$ であることを特徴とする。

【0020】

請求項9に記載の発明は、請求項7に記載の集光光学系であって、 $n=8$ であることを特徴とする。

【0021】

請求項10に記載の発明は、請求項1～5のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の、前記波長 $\lambda_1$ の光束に対する光学系倍率 $m_1$ と前記波長 $\lambda_2$ の光束に対する光学系倍率 $m_2$ が、 $m_1=0$ 、 $m_2 \neq 0$ を満たすことを特徴とする。

【0022】

請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の集光光学系であって、前記位相差付与構造が回折構造であり、前記波長 $\lambda_1$ の光束が該位相差付与構造により位相差を付与されることにより生じる $n$  ( $n$ は自然数) 次の回折光を前記第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることを特徴とする。

【0023】

請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の集光光学系であって、 $n=5$ であることを特徴とする。

【0024】

請求項13に記載の発明は、請求項11に記載の集光光学系であって、 $n=8$ であることを特徴とする。

【0025】

請求項14に記載の発明は、請求項1～13のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記光ピックアップ装置が、第3光源から出射される波長 $\lambda_3$  ( $750\text{ nm} \leq \lambda_3 \leq 850\text{ nm}$ ) の光束を保護基板厚 $t_3$  ( $1.1\text{ mm} \leq t_3 \leq 1$

3 mm) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行うことを特徴とする。

【0026】

請求項 15 に記載の発明は、請求項 14 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と前記波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  と前記波長  $\lambda_3$  の光束に対する光学系倍率  $m_3$  とが、 $m_1 = 0$ 、 $m_2 = 0$ 、 $m_3 = 0$  を満たすことを特徴とする。

【0027】

請求項 16 に記載の発明は、請求項 15 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子及び第 1 光学素子の光学面のうち前記位相差付与構造が形成されている面が、少なくとも、光軸を含む中央領域と該中央領域の周囲を覆う周辺領域とに区分され、該中央領域を通過した前記波長  $\lambda_3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、該周辺領域を通過した前記波長  $\lambda_3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられず、前記中央領域が、少なくとも第 1 領域と第 2 領域とに区分され、該第 1 領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第 1 情報記録媒体の情報記録面上に集光する前記波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数が奇数であり、該第 2 領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第 1 情報記録媒体の情報記録面上に集光する前記波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数が偶数であることを特徴とする。

【0028】

請求項 17 に記載の発明は、請求項 16 に記載の集光光学系であって、前記第 1 領域と第 2 領域とが、光軸方向に沿った段差面を介して連続することを特徴とする。

【0029】

請求項 18 に記載の発明は、請求項 16 又は 17 に記載の集光光学系であって、前記中央領域中に前記第 1 領域と第 2 領域とが 1 つずつ形成されることを特徴とする。

【0030】



請求項 19 に記載の発明は、請求項 18 に記載の集光光学系であって、前記第 1 領域が光軸を含む領域に形成されることを特徴とする。

【0031】

請求項 20 に記載の発明は、請求項 18 に記載の集光光学系であって、前記第 2 領域が光軸を含む領域に形成されることを特徴とする。

【0032】

請求項 21 に記載の発明は、請求項 14 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と前記波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  と前記波長  $\lambda_3$  の光束に対する光学系倍率  $m_3$  とが、 $m_1 = 0$ 、 $m_2 = 0$ 、 $m_3 \neq 0$  を満たすことを特徴とする。

【0033】

請求項 22 に記載の発明は、請求項 21 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子及び第 1 光学素子の光学面のうち前記位相差付与構造が形成されている面が、少なくとも、光軸を含む中央領域と該中央領域の周囲を覆う周辺領域とに区分され、該中央領域を通過した前記波長  $\lambda_3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、該周辺領域を通過した前記波長  $\lambda_3$  の光束は前記第 3 情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に用いられず、前記中央領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第 1 情報記録媒体の情報記録面上に集光する前記波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数が偶数であることを特徴とする。

【0034】

請求項 23 に記載の発明は、請求項 22 に記載の集光光学系であって、前記中央領域を通過する前記  $\lambda_1$  の光束の回折次数が 10、8、6 又は 2 であることを特徴とする。

【0035】

請求項 24 に記載の発明は、請求項 22 又は 23 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記周辺領域を通過する際に前記位相差付与構造により位相差を付与されて前記第 1 情報記録媒体の情報記録面上に集光する前記波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数が奇数であることを特徴とする。

## 【0036】

請求項 25 に記載の発明は、請求項 22 ～ 24 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記周辺領域を通過する前記波長  $\lambda_3$  の光束は、前記位相差付与構造により位相差を付与されてフレア化されることにより、前記第 3 情報記録媒体の情報記録面上に集光しないことを特徴とする。

## 【0037】

請求項 26 に記載の発明は、請求項 22 ～ 25 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記周辺領域を通過する波長  $\lambda_3$  の光束を前記第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させない開口制限機能を有する光学素子が、前記第 1 光学素子の光源側の光学面に対向して配置されることを特徴とする。

## 【0038】

請求項 27 に記載の発明は、請求項 22 ～ 26 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子及び第 1 光学素子の光学面のうち少なくとも 1 つの光学面に、前記波長  $\lambda_1$  の光束及び波長  $\lambda_2$  の光束は通過させると共に前記波長  $\lambda_3$  の光束を反射することにより前記第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させない波長選択性を有する多層膜が塗布されていることを特徴とする。

## 【0039】

請求項 28 に記載の発明は、請求項 22 ～ 27 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記光ピックアップ装置が、光検出器と前記第 2 光源とが一体的に構成されたホロレーザーユニットを備え、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面で反射した前記波長  $\lambda_2$  の光束が、復路において往路と同一の光路を辿って該ホロレーザーユニットが有するホログラム素子に至り、該ホログラム素子によりその進路を変更されて、前記光検出器に入射することを特徴とする。

## 【0040】

請求項 29 に記載の発明は、請求項 14 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と前記波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  と前記波長  $\lambda_3$  の光束に対する光学系倍率  $m_3$  とが、 $m_1 = 0$ 、 $m_2 \neq 0$ 、 $m_3 \neq 0$  を満たすことを特徴とする。

## 【0041】

請求項 30 に記載の発明は、請求項 29 に記載の集光光学系であって、 $m_2 = m_3$  を満たすことを特徴とする。

【0042】

請求項 31 に記載の発明は、請求項 30 に記載の集光光学系であって、前記第 2 光源と前記第 3 光源とが一体化していることを特徴とする。

【0043】

請求項 32 に記載の発明は、請求項 29 又は 30 に記載の集光光学系であって、前記光ピックアップ装置が、光検出器と前記第 3 光源とが一体的に構成されたホロレーザユニットを備え、前記第 3 光情報記録媒体の情報記録面で反射した前記波長  $\lambda_3$  の光束が、復路において往路と同一の光路を辿って該ホロレーザユニットが有するホログラム素子に至り、該ホログラム素子によりその進路を変更されて、前記光検出器に入射することを特徴とする。

【0044】

請求項 33 に記載の発明は、請求項 29 ～ 32 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、光源側から光軸方向に順に積層される厚さ  $t_1$  の前記保護基板と第 1 情報記録面と第 2 情報記録面とを有する前記第 1 光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行うことが可能な光ピックアップ装置に用いられることを特徴とする。

【0045】

請求項 34 に記載の発明は、請求項 1 ～ 33 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子の光情報記録媒体側の光学面から前記第 1 光情報記録媒体の前記保護基板の表面までの光軸上の距離が 1 mm 以上であることを特徴とする。

【0046】

請求項 35 に記載の発明は、請求項 1 ～ 34 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子とから成る合成系の前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する焦点距離が 2.0 mm ～ 4.0 mm の範囲内であることを特徴とする。

【0047】

請求項 36 に記載の発明は、請求項 1 ～ 35 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記第 2 光源からの出射光束の波長が  $\lambda_2$  から 1 nm 変動した場合の当該波長変動前後における、光軸方向に同じ位置での収差変動量を  $0.03 \lambda$  rms 以下に補正する色補正機能を有する光学素子が、前記波長  $\lambda_2$  の光束の光路中であって前記波長  $\lambda_1$  の光束の光路以外に配置されることを特徴とする。

【0048】

請求項 37 に記載の発明は、請求項 1 ～ 36 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記位相差付与構造が、鋸歯状の回折輪帯又は光軸を中心とした複数の輪帯面が光軸にほぼ平行な段差を介して連続する段差構造で構成され、前記回折輪帯又は段差構造の数が 15 ～ 30 の範囲内であることを特徴とする。

【0049】

請求項 38 に記載の発明は、請求項 1 ～ 37 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子の前記波長  $\lambda_1$  の光束に対するアッペ数が異なることを特徴とする。

【0050】

請求項 39 に記載の発明は、請求項 1 ～ 37 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子の前記波長  $\lambda_1$  の光束に対するアッペ数が等しいことを特徴とする。

【0051】

請求項 40 に記載の発明は、請求項 38 又は 39 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子のうち少なくとも一方の光学素子の硝材がプラスチックであることを特徴とする。

【0052】

請求項 41 に記載の発明は、請求項 1 ～ 40 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記光ピックアップ装置の駆動時において、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子との相対位置が変更可能であることを特徴とする。

【0053】

請求項 42 に記載の発明は、請求項 1 ～ 40 のいずれか一項に記載の集光光学系であって、前記光ピックアップ装置の駆動時において、前記対物光学素子と前

記第 1 光学素子との相対位置が変更不可能であることを特徴とする。

【0054】

請求項 43 に記載の発明は、請求項 42 に記載の集光光学系であって、前記対物光学素子と前記第 1 光学素子とが物理的に連結されていることを特徴とする。

【0055】

請求項 44 に記載の発明は、請求項 42 又は 43 に記載の集光光学系であって、前記第 1 光学素子の光源側の光学面から前記対物光学素子の光情報記録媒体側の光学面までの光軸上の距離が 3 mm 以下であることを特徴とする。

【0056】

【発明の実施の形態】

[第 1 の実施の形態]

本発明の集光光学系の第 1 の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 1 に示すように、本実施の形態においては、光ピックアップ装置 10 が、波長  $\lambda_1$  ( $350\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 450\text{ nm}$ )、波長  $\lambda_2$  ( $650\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 700\text{ nm}$ )、波長  $\lambda_3$  ( $750\text{ nm} \leq \lambda_3 \leq 850\text{ nm}$ ) の各光束を出射する第 1 ～第 3 光源 11 ～13 を備えている。

【0057】

そして、これら各光束を利用して、保護基板 31a の厚さ  $t_1$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{ mm}$ ) の第 1 光情報記録媒体 31 (本実施の形態においては AOD)、保護基板 32a の厚さ  $t_2$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{ mm}$ ) の第 2 光情報記録媒体 32 (本実施の形態においては DVD)、保護基板 33a の厚さ  $t_3$  ( $1.1\text{ mm} \leq t_3 \leq 1.3\text{ mm}$ ) の第 3 光情報記録媒体 33 (本実施の形態においては CD) に対して情報の記録及び／又は再生を行なう、3 種類の光ディスク間での互換性を有する構成となっている。なお、図 1 には、保護基板厚 ( $t_1$  と  $t_2$ ) がほぼ等しい AOD 31 の保護基板 31a と DVD 32 の保護基板 32a を同じ図で示している。また、図 2 及び図 5 においては、便宜上、AOD 31 と DVD 32 と CD 33 を同じ図で示している。

【0058】

なお、本発明に係る集光光学系は、少なくとも第 1 光情報記録媒体 31 (AOD

D) と第 2 光情報記録媒体 32 (DVD) の 2 種類の光ディスクの互換用として用いられるものである。従って、AOD31 と DVD32 との互換用光ピックアップ装置 10 の構成は、図 1 から、第 3 光源 13、回折板 22、第 3 コリメートレンズ 16、第 3 光検出器 25、第 4 ビームスプリッタ 20、CD32 を取り除けばよい。

#### 【0059】

まず、光ピックアップ装置 10 の構成について説明する。

図 1 に示すように、光ピックアップ装置 10 は、第 1～第 3 光源 11～13、第 1～第 3 コリメートレンズ 14～16、第 1～第 4 ビームスプリッタ 17～20、各光ディスクの情報記録面の直前に対向して配置される単玉の対物レンズ 40 (対物光学素子)、対物レンズ 40 の光源側の光学面 (入射面 41) の直前に対向して配置される単玉の第 1 光学素子 50、対物レンズ 40 及び第 1 光学素子 50 を所定の方角に移動させる 2 次元アクチュエータ (図示せず)、凹レンズ 21、回折板 22、各光ディスクからの反射光を検出する第 1～第 3 光検出器 23～25 等から概略構成される。

#### 【0060】

なお、「直前に対向して」とは、上記各情報記録面と単玉の対物レンズ 40 の間に他の光学素子が存在しない状態、対物レンズ 40 と単玉の第 1 光学素子 50 の間に他の光学素子が存在しない状態をいう。

なお、図示は省略するが、第 2 光検出器 24 と第 2 光源 12 又は第 3 光検出器 25 と第 3 光源 13 とを一体に構成し、DVD32 又は CD33 の情報記録面で反射した波長  $\lambda_2$  又は  $\lambda_3$  の光束が、復路において往路と同一の光路を辿ってホログラム素子に至り、このホログラム素子によりその進路を変更されて、光検出器に入射するいわゆるホロレーザユニットを用いても良い。

#### 【0061】

本実施の形態においては、第 1～第 3 コリメートレンズ 14～16、第 1～第 4 ビームスプリッタ 17～20、対物レンズ 40 及び第 1 光学素子 50 から集光光学系が構成される。

また、波長  $\lambda_1 \sim \lambda_3$  の各光束が、第 1～第 3 コリメートレンズ 14～16 で

平行光とされて対物レンズ 40 に入射する、つまり、対物レンズ 40 の波長  $\lambda_1$  の光束に対する光学系倍率  $m_1$  と波長  $\lambda_2$  の光束に対する光学系倍率  $m_2$  と波長  $\lambda_3$  の光束に対する光学系倍率  $m_3$  とが、 $m_1 = m_2 = m_3 = 0$  となる、いわゆる無限系の構成となっている。

#### 【0062】

なお、波長  $\lambda_1 \sim \lambda_3$  の各光束を発散光として対物レンズ 40 に入射させるか、あるいは平行光として対物レンズ 40 に入射させるかは設計により適宜変更可能であり、例えば波長  $\lambda_2$  と  $\lambda_3$  の光束を発散光として対物レンズ 40 に入射させる構成や、あるいは、波長  $\lambda_3$  の光束のみを発散光として対物レンズ 40 に入射させる構成であってもよい。

#### 【0063】

このように構成された光ピックアップ装置 10 の動作については周知であるため詳しい説明は省略するが、第 1 光源 11 から出射された波長  $\lambda_1$  の光束は、第 1 ビームスプリッタ 17 を通過して第 1 コリメートレンズ 14 において平行光化され、第 3、第 4 ビームスプリッタ 19、20 を通過して第 1 光学素子 50 に至る。そして、詳しい説明は後述するが、第 1 光学素子 50 の入射面 51 には位相差付与構造 60 としての回折構造が形成されており、波長  $\lambda_1$  の光束は第 1 光学素子 50 の入射面 51 及び出射面 52 で屈折作用を受けると共に入射面 51 において回折作用を受け、対物レンズ 40 に入射する。

#### 【0064】

そして、対物レンズ 40 の入射面 41 及び出射面 42 において屈折作用を受けて、AOD 31 の情報記録面上に集光し、光軸 L 上にスポットを形成する。そして、スポットに集光した波長  $\lambda_1$  の光束は情報記録面で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ 40、第 1 光学素子 50、第 4、第 3 ビームスプリッタ 20、19、第 1 コリメートレンズ 14 を通過して、第 1 ビームスプリッタ 17 で反射して分岐される。

そして、分岐された波長  $\lambda_1$  の光束は凹レンズ 21 を経て第 1 光検出器 23 に入射する。第 1 光検出器 23 は入射光のスポットを検出して信号を出力し、その出力された信号を用いて AOD に記録された情報の読み取り信号を得るようにな

っている。

#### 【0065】

また、第1光検出器23上でのスポットの形状変化や位置変化による光量変化等を検出して合焦検出やトラック検出が行われる。この検出結果に基づいて2次元アクチュエータは波長 $\lambda_1$ の光束が情報記録面上に正確にスポットを形成するように、対物レンズ40及び第1光学素子50を一体としてフォーカス方向及びトラッキング方向に移動させる。

なお、対物光学素子と第1光学素子50とは物理的に連結された状態でアクチュエータに接合しており、アクチュエータ駆動時において、両者の相対位置が変化しないものとなっている。

#### 【0066】

第2光源12から出射される波長 $\lambda_2$ の光束は、第2ビームスプリッタ18を通過して第2コリメートレンズ15において平行光化され、第3ビームスプリッタ19で反射され、第4ビームスプリッタ20を通過して、第1光学素子50に至る。そして、第1光学素子50の入射面51及び出射面52で屈折作用を受けると共に入射面51において回折作用を受け、対物レンズ40に入射する。

#### 【0067】

そして、対物レンズ40の入射面41及び出射面42において屈折作用を受けて、DVD32の情報記録面上に集光し、光軸上にスポットを形成する。そして、スポットに集光した波長 $\lambda_1$ の光束は情報記録面で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ40、第1光学素子50、第4ビームスプリッタ20を通過して、第3ビームスプリッタ19で反射して分岐される。

そして、分岐された波長 $\lambda_2$ の光束は第2コリメートレンズ15を通過して、第2ビームスプリッタ18で反射して分岐され、凹レンズ21を経て第2光検出器24に入射する。以下は波長 $\lambda_1$ の光束と同様である。

#### 【0068】

第3光源13から出射された波長 $\lambda_3$ の光束は、ビームスプリッタの代わりに設けられた回折板22を通過して、第3コリメートレンズ16において平行光化



され、第4ビームスプリッタ20で反射され、第1光学素子50に至る。そして、第1光学素子50の入射面51及び出射面52で屈折作用を受けると共に入射面51において回折作用を受け、対物レンズ40に入射する。

そして、対物レンズ40の入射面41及び出射面42において屈折作用を受けて、CD33の情報記録面上に集光し、光軸L上にスポットを形成する。そして、スポットに集光した波長 $\lambda_3$ の光束は情報記録面で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ40、第1光学素子50を通過して、第4ビームスプリッタ20で反射して分岐される。

そして、分岐された波長 $\lambda_3$ の光束は第3コリメートレンズ16を通過して、回折板22を通過する際に進路を変更され、第3光検出器25に入射する。以下は波長 $\lambda_1$ の光束と同様である。

#### 【0069】

図2に示すように、第1光学素子50は入射面51と出射面52の両面が非球面かつ凸面のプラスチック製の単レンズである。

第1光学素子50の入射面51のほぼ全域に位相差付与構造60が形成されている。また、第1光学素子50の出射面52は屈折面となっている。

本実施の形態においては、入射面51が、光軸Lを含むと共に光軸Lからの高さがh以下の領域である中央領域53と、光軸からの高さがh以上であり中央領域53の周囲を覆う周辺領域54とに区分されている。

#### 【0070】

中央領域53はCD33の開口数(0.45)に対応する領域に形成されており、さらに、第1領域53aと第2領域53bとに区分されている。

第2領域53bは、第1領域53a及び周辺領域54よりも前方に突出する形状とされ、光軸L方向に沿った段差面55を介して第1領域53a及び周辺領域54と連続している。なお、第2領域53bが、第1領域53a及び周辺領域54よりも後方に窪む形状であってもよい。

中央領域53及び周辺領域54には、位相差付与構造60として、光軸を中心としたほぼ同心円状の複数の回折輪帯61(図2に一部のみ図示する)が形成されており、この回折輪帯61により通過光束に対して回折作用を与えるようにな

っている。なお、回折輪帯 6 1 の形状及び設計手法については周知であるため説明及び図示を省略する。

#### 【0071】

そして、中央領域 5 3（第 1 領域 5 3 a 及び第 2 領域 5 3 b）を通過する波長  $\lambda 3$  の光束は、中央領域 5 3 の回折輪帯 6 1 により回折作用を受け、そのうち所定の回折次数を有する光束が CD 3 3 の情報記録面上に集光スポットを形成することで、CD 3 3 に対する情報の記録及び／又は再生に利用されることになる。

一方、周辺領域 5 4 を通過する波長  $\lambda 3$  の光束は、周辺領域 5 4 の回折輪帯 6 1 により回折作用を受けてフレア化され、CD 3 3 の情報記録面上に集光スポットを形成せず、CD 3 3 に対する情報の記録及び／又は再生に利用されない。

#### 【0072】

また、第 1 領域 5 3 a を通過する波長  $\lambda 1$  の光束は、第 1 領域 5 3 a の回折輪帯 6 1 により回折作用を受け、そのうち所定の回折次数の回折光が AOD 3 1 の情報記録面上に集光スポットを形成することで AOD 3 1 に対する情報の記録及び／又は再生に利用されることになる。

また、第 2 領域 5 3 b を通過する波長  $\lambda 1$  の光束も、第 2 領域 5 3 b の回折輪帯 6 1 により回折作用を受け、そのうち所定の回折次数の回折光が AOD 3 1 の情報記録面上に集光スポットを形成することで AOD 3 1 に対する情報の記録及び／又は再生に利用される。

さらに、周辺領域 5 4 を通過する波長  $\lambda 1$  の光束も、周辺領域 5 4 の回折輪帯 6 1 により回折作用を受け、そのうち所定の回折次数の回折光が DVD 3 2 の情報記録面上に集光スポットを形成することで CD 3 3 に対する情報の記録及び／又は再生に利用される。

#### 【0073】

ここで、第 1 領域 5 3 a を通過する波長  $\lambda 1$  の光束の上記回折次数を奇数とし、第 2 領域 5 3 b を通過する波長  $\lambda 1$  の光束の上記回折次数を偶数とすることが好ましい。

通常、AOD 3 1 に利用される光束は光量が高いことが条件とされることから、波長  $\lambda 1$  の回折光のうち、最大の回折効率となるブレイズ化波長と回折次数を

選択する場合が多い。

ところが、上述のように、AOD 31 に利用される光束は波長  $\lambda_1$  が 350 nm ~ 450 nm の範囲内で、CD 33 に利用される光束は波長  $\lambda_3$  が 750 nm ~ 850 nm の範囲内であることから、波長  $\lambda_1$  は波長  $\lambda_3$  の約半分の波長となることに起因して、例えば波長  $\lambda_1$  の  $n$  次回折光が最大の回折効率を有する場合、波長  $\lambda_3$  の光束の  $(n/2)$  次回折光が最大の回折効率を有することになる。

#### 【0074】

また、DVD 32 の波長  $\lambda_2$  は AOD 31 の波長  $\lambda_1$  の約 1.5 倍なので、最大の回折効率を有する波長  $\lambda_2$  の光束の回折次数は、波長  $\lambda_1$  のそれに対して約  $2/3$  となる。この波長  $\lambda_1$  と波長  $\lambda_2$  の回折次数の比で互換を行なうと、CD 33 では、ちょうど最大の回折効率となる波長  $\lambda_3$  の回折次数光は CD 33 の情報記録面上で球面収差を持つ。

#### 【0075】

従って、例えば、波長  $\lambda_1$  の回折光のうち、6 次（偶数）の回折光が最大の回折効率を有する場合に、第 1 領域 53a を通過する波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数と第 2 領域 53b を通過する波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数が共に 6 次となるように設定すると、第 1 領域 53a を通過する波長  $\lambda_3$  の光束の回折次数と第 2 領域 53b を通過する波長  $\lambda_3$  の光束の回折次数は共に  $6/2 = 3$  次となる。

そして、この波長  $\lambda_3$  の 3 次回折光を用いるものとする、第 1 領域 53a 及び第 2 領域 53b において光量を大きくすることができるが、その反面、図 3 に示すように、第 1 領域 53a において波長  $\lambda_3$  の光束の球面収差が大きくなりすぎるといふ不具合が生じてしまう。

#### 【0076】

そこで、第 2 領域 53b を通過する波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数を偶数とした場合に、第 1 領域 53a を通過する波長  $\lambda_1$  の光束の回折次数を奇数とすることにより、この領域 53a を通過した波長  $\lambda_3$  の光束は回折効率は低いものの球面収差は補正されているため、中央領域 53（第 1 領域 53a 及び第 2 領域 53b）における波長  $\lambda_3$  の光束の光量の確保と球面収差の補正とを両立させることができる。

つまり、図4に示すように、第1領域53aを通過する波長 $\lambda_1$ の光束の回折次数を奇数（例えば5次）とすることにより、第1領域53aを通過する波長 $\lambda_3$ の光束に関しては、2次回折光と3次回折光とに光量が分散されることになり、第2領域53bと比較して光量の低下を招く。

#### 【0077】

ところが、図4に示すように、光量が低下した第1領域53aにおいて球面収差を抑えることができる。

従って、第1領域53aにおいて球面収差を抑えて、第2領域53bにおいて十分な光量を確保できるので、中央領域53全体でみた場合に、波長 $\lambda_3$ の光束をCD33に対する情報の記録及び／又は再生に十分利用可能とすることができる。

#### 【0078】

なお、中央領域53中に第1領域53a及び第2領域53bをそれぞれ複数形成してもよく、また、光軸Lを含む領域を第2領域53bとしてもよい。

また、図5に示すように、第2領域53bが、段差面55を介さずに第1領域53a及び周辺領域54と連続する構成であってもよい。

#### 【0079】

また、位相差付与構造60は、モードホップ等の波長変動時に、第1光源11からの出射光束の波長が $\lambda_1$ から1nm変動した場合の当該波長変動前後における、光軸L方向に同じ位置での収差変動量を $0.03\lambda_{rms}$ 以下に補正する色補正機能を有している。

#### 【0080】

図2及び図5に示すように、対物レンズ40は入射面41と出射面42の両面が非球面であるプラスチック製の単レンズであり、入射面41と出射面42が屈折面となっている。

そして、対物レンズ40の入射面41及び出射面42が有する屈折力と第1光学素子50の入射面51及び出射面52が有する屈折力とを組み合わせることにより、波長 $\lambda_1$ の光束と波長 $\lambda_2$ の光束との波長差によって各光ディスクの集光スポットにおいて生じる球面収差を補正するようになっている。換言すると、従

来の光ピックアップ装置では、この球面収差を対物レンズの入射面及び出射面の屈折力で補正していたが、本発明においては、球面収差を補正する機能を、対物レンズ 40 の入射面 41 及び出射面 42 だけでなく、第 1 光学素子 50 の入射面 51 及び出射面 52 にも分担させるようになっている。これにより、対物レンズ 40 及び第 1 光学素子 50 の設計の自由度を増大させることができる。

特に、本実施の形態においては、第 1 光学素子 50 の入射面 51 と出射面 52 を凸面にしたことにより、上記屈折力を大きくすることができ、高い球面収差補正効果を得ることができる。

#### 【0081】

なお、上記実施の形態においては、 $m1 = m2 = m3 = 0$  としたが、これに限らず、 $m1 = 0$ 、 $m2 = 0$ 、 $m3 \neq 0$  としてもよく、この場合、中央領域 53 を通過する際に位相差付与構造 60 により位相差を付与されて AOD31 の情報記録面上に集光する波長  $\lambda 1$  の光束の回折次数を偶数とすることが好ましい。

上述のように、中央領域 53（第 1 領域 53a 及び第 2 領域 53b）を通過する波長  $\lambda 1$  の光束の回折次数を偶数とすることにより、波長  $\lambda 3$  の回折光も十分な光量を確保できる一方で、図 3 に示すように、第 1 領域 53a において波長  $\lambda 3$  の光束の球面収差が大きくなりすぎてしまうおそれがあるが、 $m3 \neq 0$ 、つまり、波長  $\lambda 3$  の光束を対物レンズ 40 に対して発散光として入射させることにより、第 1 領域 53a における波長  $\lambda 3$  の光束の球面収差を実用上支障が無い程度に補正することが可能となるためである。

#### 【0082】

さらに、周辺領域 54 を通過する際に位相差付与構造 60 により位相差を付与されて AOD31 の情報記録面上に集光する波長  $\lambda 1$  の光束の回折次数を奇数とすることが好ましい。

上述のように、波長  $\lambda 1$  の光束の回折次数を奇数とすることにより、CD33 の開口数相当の領域以外に相当する周辺領域 54 において、波長  $\lambda 3$  の光束の光量はいくつかの回折次数光に分散されることになる。

従って、周辺領域 54 を通過した波長  $\lambda 3$  の光束をフレア化させることが可能となり、第 1 光学素子 50 にいわゆる開口制限機能を持たせることができる。

なお、波長 $\lambda_3$ の光束の光路中に、上記開口制限機能を有する光学素子を別途配置しても良く、あるいは、対物レンズ40や第1光学素子50の光学面に、波長 $\lambda_1$ の光束と波長 $\lambda_2$ の光束は通過させ、波長 $\lambda_3$ の光束を反射することにより上記開口制限を行なう、いわゆる波長選択性を有する多層膜を塗布してもよい。

#### 【0083】

また、 $m_1 = 0$ 、 $m_2 \neq 0$ 、 $m_3 \neq 0$ としてもよく、さらに、 $m_2 = m_3$ としてもよい。

この場合、波長 $\lambda_2$ の光束と波長 $\lambda_3$ の光束を共に発散光として対物レンズ40に入射させることができると共に波長 $\lambda_2$ の光束と波長 $\lambda_3$ の光束の光路を等しくすることができる。従って、第2光源12と第3光源13とを一体化させることができ、光ピックアップ装置10を小型化できる。

#### 【0084】

なお、位相差付与構造60としては、例えば、図6に示すようなものであっても良い。図6に示す第1光学素子50の位相差付与構造60は、光軸を中心とした複数の輪帯面62を光軸にほぼ平行な段差63を介して連続させた複数の段差構造64から構成されている。

各輪帯面62は光軸から離れるに従って光源側（前方）に突出するように形成されており、各輪帯面62に入射する光束に対して所定の光路差を付与することにより、各光束に位相差が生じ、結果として各輪帯面62を通過した光束の位相が、情報記録面上でほぼ揃うようになっている。なお、各段差63の形状は母非球面Sに対する光軸L方向への変位量で規定することができる。

#### 【0085】

また、位相差付与構造60を第1光学素子50の出射面52のみに設けても良く、あるいは、入射面51と出射面52の両面に設けても良い。また、対物レンズ40の入射面41と出射面42のいずれか一方又は両面に設けても良い。

また、AOD31として、光源側から光軸方向に順に厚さ $t_1$ の保護基板31aと第1情報記録面と中間層と第二情報記録面とを積層して構成されるいわゆる2層ディスクを用いても良い。

## 【0086】

なお、第1光学素子50の光源側の光学面から対物レンズ40の光情報記録媒体側の光学面（出射面42）までの光軸上の距離が3mm以下であることが好ましい。これにより、アクチュエータに搭載される第1光学素子50と対物レンズ40の軽量化を図ることができるので、光ピックアップ装置10の消費電力を抑えることができる。

また、対物レンズ40と第1光学素子50とから成る合成系の波長 $\lambda_1$ の光束に対する焦点距離が2.0mm～4.0mmの範囲内であることが好ましい。これにより集光光学系を小型化できる。

また、対物レンズ40の出射面42からAOD31の保護基板31aの表面までの光軸上の距離が1mm以上であることが好ましい。これにより、十分な作動距離を確保でき、ディスク駆動中における対物レンズ40との接触を防止できる。

## 【0087】

また、第2光源12からの出射光束の波長が $\lambda_2$ から1nm変動した場合の当該波長変動前後における、光軸方向に同じ位置での収差変動量を $0.03\lambda_{rms}$ 以下に補正する色補正機能を有する光学素子を、波長 $\lambda_2$ の光束の光路中であって波長 $\lambda_1$ の光束の光路以外に配置することが好ましい。これにより、DVD32に対する色補正機能を有することができる。

また、回折輪帯61又は段差構造64の数が15～30の範囲内であることが好ましい。これにより、各光束に対して十分な回折作用を与えることができると共に、十分な光量を確保できる。

## 【0088】

また、対物光学素子と第1光学素子50の波長 $\lambda_1$ の光束に対するアッペ数が異なるものとしてもよく、あるいは等しくなるものとしてもよい。

また、光ピックアップ装置10の駆動時において、アクチュエータには対物レンズ40のみが搭載され、第1光学素子50との相対的位置が変更可能であってもよいし、対物レンズ40と第1光学素子50とが連結されており、1つの対物素子としてアクチュエータに搭載されていてもよい。

## 【0089】

## 【実施例】

## [実施例1]

次に、第1の実施例について説明する。

本実施例においては、図5に示したものと同様に、第1光学素子50の入射面51及び出射面52、対物レンズ40の入射面41及び出射面42がそれぞれ非球面形状とされ、第1光学素子50の入射面51に、位相差付与構造60としての光軸を中心とした鋸歯状の複数の回折輪帯61が形成されている。そして、波長 $\lambda_1$ の光束と波長 $\lambda_2$ の光束を用いる、AOD31とDVD32の2種類の光ディスク間で互換性を有する光ピックアップ装置10の構成となっている。

表1、表2に第1光学素子50及び対物レンズ40のレンズデータを示す。

## 【0090】

## 【表1】

実施例1      対物レンズの焦点距離      f1: 3mm      f2: 3.08mm  
    NA1: 0.65      NA2: 0.60  
    m1: 0      m2: 0

第i面	ri	di (407nm)	ni (407nm)	di (655nm)	ni (655nm)
0		$\infty$		$\infty$	
1 (絞り径)	$\infty$	0.1 ( $\phi 3.9\text{mm}$ )		0.1 ( $\phi 3.9\text{mm}$ )	
2	10.6965	1.0000	1.54277	1.0000	1.52915
3	412.149	0.00	1.0	0.00	1.0
4	1.99297	1.85000	1.54277	1.85000	1.52915
5	-121.307	1.29	1.0	1.34	1.0
6	$\infty$	0.6	1.61869	0.6	1.57752
7	$\infty$				



【表 2】

非球面データ	
第2面	
非球面係数	
$\kappa$	+1. 1079×E-0
A4	+1. 1148×E-3
A6	-8. 8442×E-4
A8	-2. 9200×E-5
A10	+1. 5287×E-5
光路差関数 (ブレース化波長 1mm)	
B2	-5. 3621×E-1
B4	+6. 8602×E-2
B6	+1. 1042×E-3
B8	-3. 7416×E-3
B10	+6. 7057×E-4
第3面	
非球面係数	
$\kappa$	-1. 1391×E-20
A4	-2. 9516×E-3
A6	-7. 3128×E-5
A8	-1. 6372×E-4
A10	+2. 4740×E-5
第4面	
非球面係数	
$\kappa$	-4. 9663×E-1
A4	+8. 7431×E-4
A6	+1. 2621×E-3
A8	-4. 2626×E-6
A10	-1. 5690×E-4
A12	+6. 0325×E-5
A14	-1. 2592×E-5
第5面	
非球面係数	
$\kappa$	-3. 9494×E+4
A4	-1. 7977×E-3
A6	+7. 1611×E-3
A8	-5. 3332×E-3
A10	+6. 3514×E-4
A12	+2. 0895×E-4
A14	-4. 6468×E-5

## 【0 0 9 1】

表 1 に示すように、本実施例の対物レンズ 4 0 は、第 1 光源 1 1 から出射される波長  $\lambda_1 = 407 \text{ nm}$  のときの焦点距離  $f_1 = 3.00 \text{ mm}$ 、像側開口数  $NA_1 = 0.65$ 、結像倍率  $m_1 = 0$  に設定されており、第 2 光源 1 2 から出射される波長  $\lambda_2 = 655 \text{ nm}$  のときの焦点距離  $f_2 = 3.08 \text{ mm}$ 、像側開口数  $NA_2 = 0.60$ 、結像倍率  $m_2 = 0$  に設定されている。

表 1 中の面番号 2 と 3 はそれぞれ第 1 光学素子 5 0 の入射面 5 1 と出射面 5 2 を示し、面番号 4 と 5 はそれぞれ対物レンズ 4 0 の入射面 4 1 と出射面 4 2 を示す。また、 $r_i$  は曲率半径、 $d_i$  は第  $i$  面から第  $i + 1$  面までの光軸 L 方向の位置、 $n_i$  は各面の屈折率を表している。

## 【0092】

第2～第5面は、それぞれ次式（数1）に表1及び表2に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

## 【0093】

## 【数1】

$$\text{非球面形状式} \quad X(h) = \frac{(h^2/r_i)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r_i)^2}} + \sum_{i=0}^n A_{2i} h^{2i}$$

## 【0094】

ここで、X(h)は光軸L方向の軸（光の進行方向を正とする）、 $\kappa$ は円錐係数、 $A_{2i}$ は非球面係数である。

## 【0095】

また、第2面に形成される回折輪帯61による、各波長の光束に対して与えられる光路長は数2の光路差関数に、表2に示す係数を代入した数式で規定される。

## 【0096】

## 【数2】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \left(n \times \frac{\lambda}{\lambda_B}\right) \times \sum_{i=0}^5 B_{2i} h^{2i}$$

$n$  : 回折次数

$\lambda$  : 波長

$\lambda_B$  : ブレーズ化波長

ここで、 $B_{2i}$ は光路差関数の係数である。また、第2面の回折輪帯61に関するブレーズ化波長は1mmである。

また、表3に示すように、最大の回折効率を有する波長 $\lambda_1$ の光束の5次（奇数）の回折光を用いるものとし、これに対応して波長 $\lambda_2$ の光束の3次回折光を用いるものとした。

【表 3】

各領域における、最大回折効率を有する回折光次数と効率

実施例 1	次数		効率[×100%]/有効径に対する面積比	
	AOD	DVD	AOD	DVD
	5	3	1.00/1	0.99/1

## 【0097】

図7は、波長 $\lambda_1$ の光束を用いたAOD31における球面収差量と開口数（NA）を示すグラフであり、図8は、波長 $\lambda_2$ の光束を用いたDVD32における球面収差量と開口数を示すグラフである。

図7及び図8から、AOD31とDVD32共に必要開口数内において球面収差が良好に補正されていることが分かる。

また、図9は、モードホップ時における波面収差の変動量を示すものである。通常、モードホップ時における波長変動量は $1\mu\text{m}$ 程度であるから、この範囲内において、波面収差の変動量は回折限界の $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 以下に抑えられており、十分な色補正機能を有することが分かる。

## 【0098】

## [実施例2]

次に、第2の実施例について説明する。

本実施例においては、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ の3種類の光束を用いる、AOD31とDVD32とCD33の3種類の光ディスク間で互換性を有する光ピックアップ装置10の構成となっている。

そして、図2に示したものと同様に、第1光学素子50の入射面51及び出射面52、対物レンズ40の入射面41及び出射面42がそれぞれ非球面形状とされている。

また、第1光学素子50の入射面51に位相差付与構造60としての光軸を中心とした鋸歯状の複数の回折輪帯61が形成されると共に、入射面51が中央領域53（第1領域53a及び第2領域53b）と周辺領域54（第3領域54aと第4領域54b）に区分されている。

## 【0099】

第1領域53a及び第2領域53bを通過した波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ の各光束は、各光ディスクの情報記録面上に集光スポットを形成する。また、第3領域54aを通過した波長 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の各光束は各光ディスクの情報記録面上に集光スポットを形成し、波長 $\lambda_3$ の光束はフレア化されるようになっている。また、第4領域54bを通過した波長 $\lambda_1$ の光束は光ディスクの情報記録面上に集光スポットを形成し、波長 $\lambda_2$ と $\lambda_3$ の光束はフレア化されるようになっている。

表4、表5に第1光学素子50及び対物レンズ40のレンズデータを示す。

【0100】

【表4】

実施例2 対物レンズの焦点距離  $f1: 3\text{mm}$   $f2: 3.08\text{mm}$   $f3: 3.11\text{mm}$   
 像面側開口数  $NA1: 0.65$   $NA2: 0.6$   $NA3: 0.45$   
 倍率  $m1: 0$   $m2: 0$   $m3: 0$

第i面	$r_i$	$d_i$ (407nm)	$n_i$ (407nm)	$d_i$ (655nm)	$n_i$ (655nm)	$d_i$ (785nm)	$n_i$ (785nm)
0		$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1 (絞り径)	$\infty$	0.1 ( $\phi 3.9\text{mm}$ )		0.1 ( $\phi 3.9\text{mm}$ )		0.1 ( $\phi 3.9\text{mm}$ )	
2	7.43385	1.00000	1.54277	1.00000	1.52915	1.00000	1.52541
2'	9.46593	0.00076	1.54277	0.00076	1.52915	0.00076	1.52541
2''	7.91112	0.00000	1.54277	0.00000	1.52915	0.00000	1.52541
2'''	7.91112	0.00000	1.54277	0.00000	1.52915	0.00000	1.52541
3	-1124.76	0.00	1.0	0.00	1.0	0.00	1.0
4	1.95826	1.85000	1.54277	1.85000	1.52915	1.85000	1.52541
5	24.0362	1.23	1.0	1.28	1.0	0.00	0.94
6	$\infty$	0.6	1.61869	0.6	1.57752	1.2	1.57063
7	$\infty$						

\* $d_i$ は第i面から第i+1面までの変位を表す。  
 \* $d_{2'}$ は第2面から第2'面までの変位を表す。  
 \* $d_{2''}$ は第2面から第2''面までの変位を表す。

【表 5】

## 非球面データ

第2面 ( $0 < h < 0.95\text{mm}$ : AOD/DVD/CD共有領域)

## 非球面係数

 $\kappa$  +1.3333×E+1  
 A4 +5.7565×E-4  
 A6 -5.9265×E-3  
 A8 +2.5671×E-3  
 A10 +8.8202×E-6

## 光路差関数 (ブレイズ化波長 1mm)

 B2 -4.6914×E-1  
 B4 +1.5599×E-1  
 B6 -1.9919×E-1  
 B8 +1.4918×E-1  
 B10 -3.7873×E-3
第2'面 ( $0.95\text{mm} < h < 1.41\text{mm}$ : AOD/DVD/CD共有領域)

## 非球面係数

 $\kappa$  +2.3691×E+1  
 A4 +1.0310×E-2  
 A6 -3.6434×E-3  
 A8 +7.4121×E-5  
 A10 -5.8394×E-4

## 光路差関数 (ブレイズ化波長 1mm)

 B2 -2.8903×E-1  
 B4 +1.4750×E-1  
 B6 -1.9750×E-2  
 B8 +3.4940×E-3  
 B10 -7.7654×E-3
第2''面 ( $1.41\text{mm} < h < 1.86\text{mm}$ : AOD/DVD共有領域)

## 非球面係数

 $\kappa$  +3.7908×E-0  
 A4 +1.5969×E-3  
 A6 -1.5084×E-3  
 A8 -1.5457×E-4  
 A10 +2.7065×E-5

## 光路差関数 (ブレイズ化波長 1mm)

 B2 -7.1279×E-1  
 B4 +8.1634×E-2  
 B6 -4.9452×E-3  
 B8 -7.2139×E-3  
 B10 +1.0243×E-3
第2'''面 ( $h < 1.86\text{mm}$ : AOD専用領域)

## 非球面係数

 $\kappa$  +3.7908×E-0  
 A4 +1.5969×E-3  
 A6 -1.5084×E-3  
 A8 -1.5457×E-4  
 A10 +2.7065×E-5

## 光路差関数 (ブレイズ化波長 1mm)

 B2 -7.1279×E-1  
 B4 +8.1634×E-2  
 B6 -4.9452×E-3  
 B8 -7.2139×E-3  
 B10 +1.0243×E-3

## 第3面

## 非球面係数

 $\kappa$  -1.1391×E-20  
 A4 -6.6141×E-4  
 A6 -6.9396×E-4  
 A8 -2.4453×E-4  
 A10 +3.6152×E-5

## 第4面

## 非球面係数

 $\kappa$  -4.6152×E-1  
 A4 -1.7219×E-3  
 A6 +1.9636×E-3  
 A8 +1.0458×E-4  
 A10 -1.5238×E-4  
 A12 +5.1277×E-5  
 A14 -1.1941×E-5

## 第5面

## 非球面係数

 $\kappa$  -1.4416×E+3  
 A4 -3.6420×E-3  
 A6 +1.4127×E-2  
 A8 -7.1907×E-3  
 A10 -1.1859×E-3  
 A12 +1.3969×E-3  
 A14 -2.5062×E-4

【0101】

表4に示すように、本実施例の対物レンズ40は、第1光源11から出射される波長 $\lambda_1 = 407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.00\text{mm}$ 、像側開口数NA

1 = 0.65、結像倍率  $m_1 = 0$  に設定されており、第2光源 12 から出射される波長  $\lambda_2 = 655 \text{ nm}$  のときの焦点距離  $f_2 = 3.08 \text{ mm}$ 、像側開口数  $NA_2 = 0.60$ 、結像倍率  $m_2 = 0$  に設定されており、第3光源 13 から出射される波長  $\lambda_3 = 785 \text{ nm}$  のときの焦点距離  $f_2 = 3.11 \text{ mm}$ 、像側開口数  $NA_3 = 0.45$ 、結像倍率  $m_2 = 0$  に設定されている。

表4中の面番号2、2'、2''、2''' はそれぞれ第1光学素子50の入射面51の第1～第4領域53a～54bを示し、面番号3は第1光学素子50の出射面52を示し、面番号4と5はそれぞれ対物レンズ40の入射面41と出射面42を示す。また、 $r_i$  は曲率半径、 $d_i$  は第*i*面から第*i*+1面までの光軸L方向の位置、 $n_i$  は各面の屈折率を表している。

#### 【0102】

第2面～第5面は、それぞれ上記数1に表4及び表5に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

#### 【0103】

また、第2面～第2'''面に形成される回折輪帯61による、各波長の光束に対して与えられる光路長は上記数2の光路差関数に、表5に示す係数を代入した数式で規定される。なお、各回折輪帯61に関するブレイズ化波長は1mmである。

また、表6に示すように、第1領域53a（第2面）と第2領域53b（第2'面）とで、最大の回折効率を有する波長 $\lambda_1$ の光束の回折次数を5次（奇数）と10次（偶数）とし、これに対応して波長 $\lambda_2$ の光束の2次回折光と5次回折光を用いるものとした。

【表 6】

各領域における、最大回折効率を有する回折光次数と効率

実施例 2	次数			効率 [×100%]/有効径に対する面積比		
	AOD	DVD	CD	AOD	DVD	CD
第2面	5	3	2	1.00/0.24	0.99/0.26	0.39/0.45
第2'面	10	6	5	1.00/0.29	0.99/0.31	1.00/0.55
第2''面	5	3		1.00/0.39	0.99/0.43	
第2'''面	5			1.00/0.09		
計				1.00/1	0.99/1	0.73/1

## 【0104】

図10は、波長 $\lambda_1$ の光束を用いたAOD31における球面収差量と開口数を示すグラフであり、図11は、波長 $\lambda_2$ の光束を用いたDVD32における球面収差量と開口数を示すグラフであり、図12は、波長 $\lambda_3$ の光束を用いたCD33における球面収差量と開口数を示すグラフである。

図10及び図11から、AOD31とDVD32共に必要開口数内において球面収差が良好に補正されていることが分かる。

また、図12から、CD33に関して、第2領域53bにおいて球面収差が若干大きくなるものの、必要開口数に相当する第1領域53aと第2領域53bの全体では、球面収差が良好に補正されていることが分かる。

また、図9から、十分な色補正機能を有することが分かる。

## 【0105】

## 【発明の効果】

本発明によれば、AODと他の光情報記録媒体との互換性を有し、モードホップ時の球面収差の変動を抑えることが可能な集光光学系を得られる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

## 【図2】

第1光学素子及び対物レンズの構造を示す要部横断面図である。

【図3】

CDの縦球面収差図である。

【図4】

CDの縦球面収差図である。

【図5】

第1光学素子及び対物レンズの構造を示す要部横断面図である。

【図6】

第1光学素子の構造を示す要部横断面図である。

【図7】

AODの縦球面収差図である。

【図8】

DVDの縦球面収差図である。

【図9】

モードホップ時の波面収差の変動量を示すグラフである。

【図10】

AODの縦球面収差図である。

【図11】

DVDの縦球面収差図である。

【図12】

CDの縦球面収差図である。

【符号の説明】

- 10 光ピックアップ装置
- 11 第1光源
- 31 第1光情報記録媒体
- 31a 保護基板
- 32 第2光情報記録媒体
- 32a 保護基板
- 33 第3光情報記録媒体

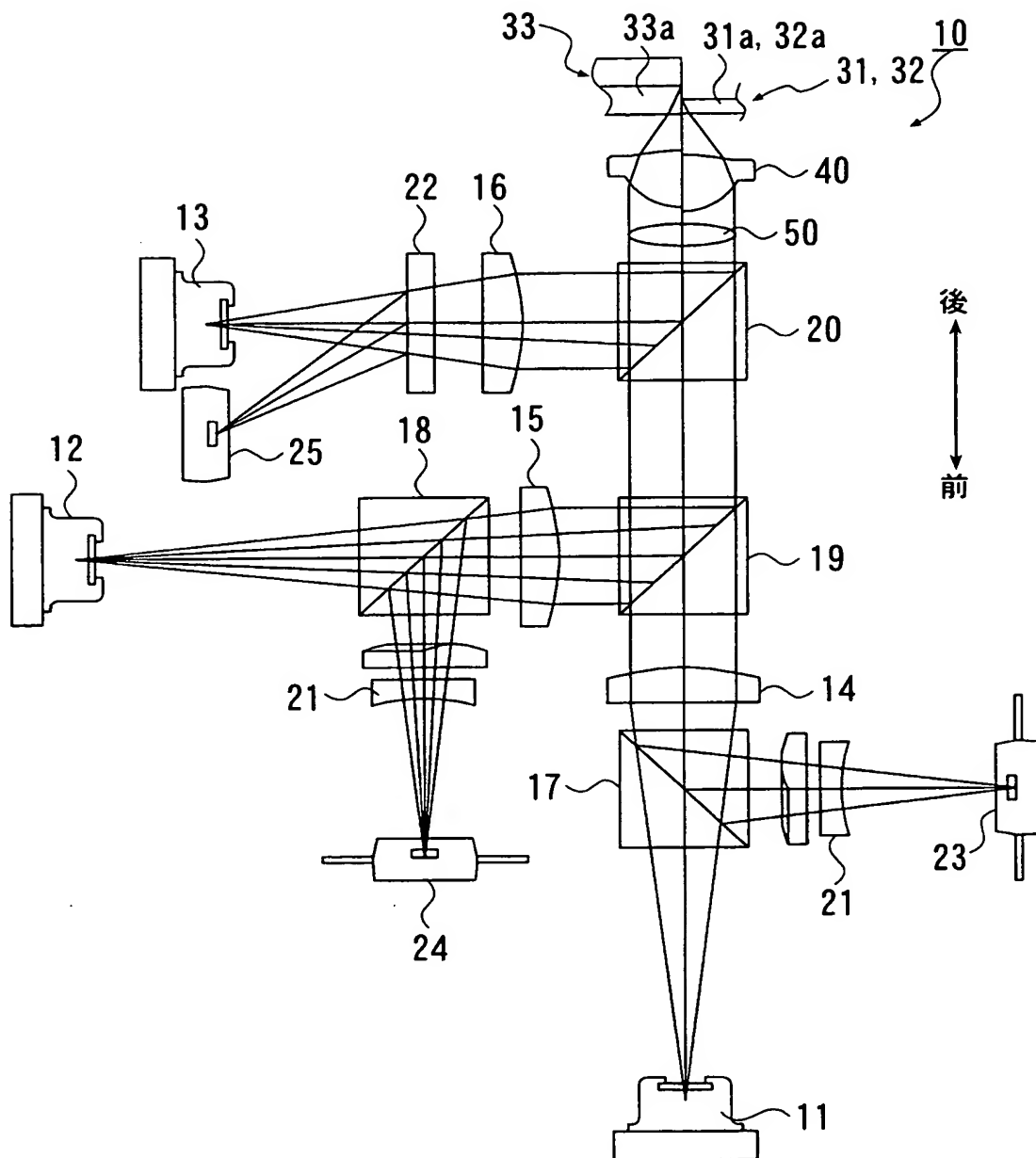


- 3 3 a 保護基板
- 4 0 対物光学素子
- 5 0 第 1 光学素子
- 5 3 中央領域
- 5 3 a 第 1 領域
- 5 3 b 第 2 領域
- 5 4 周辺領域
- 5 5 段差面
- 6 0 位相差付与構造
- 6 1 回折輪帯
- 6 2 輪帯面
- 6 3 段差
- 6 4 段差構造

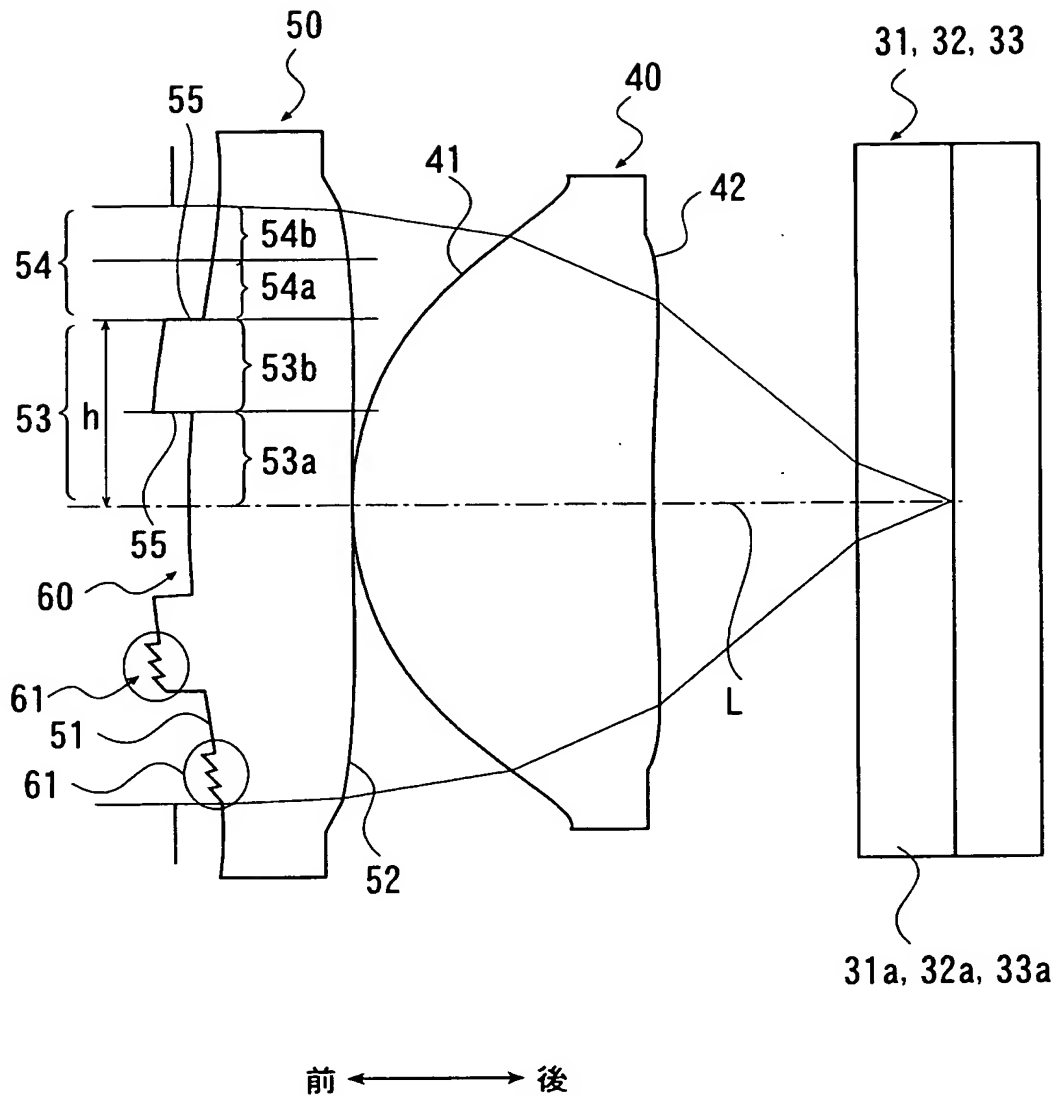
【書類名】

図面

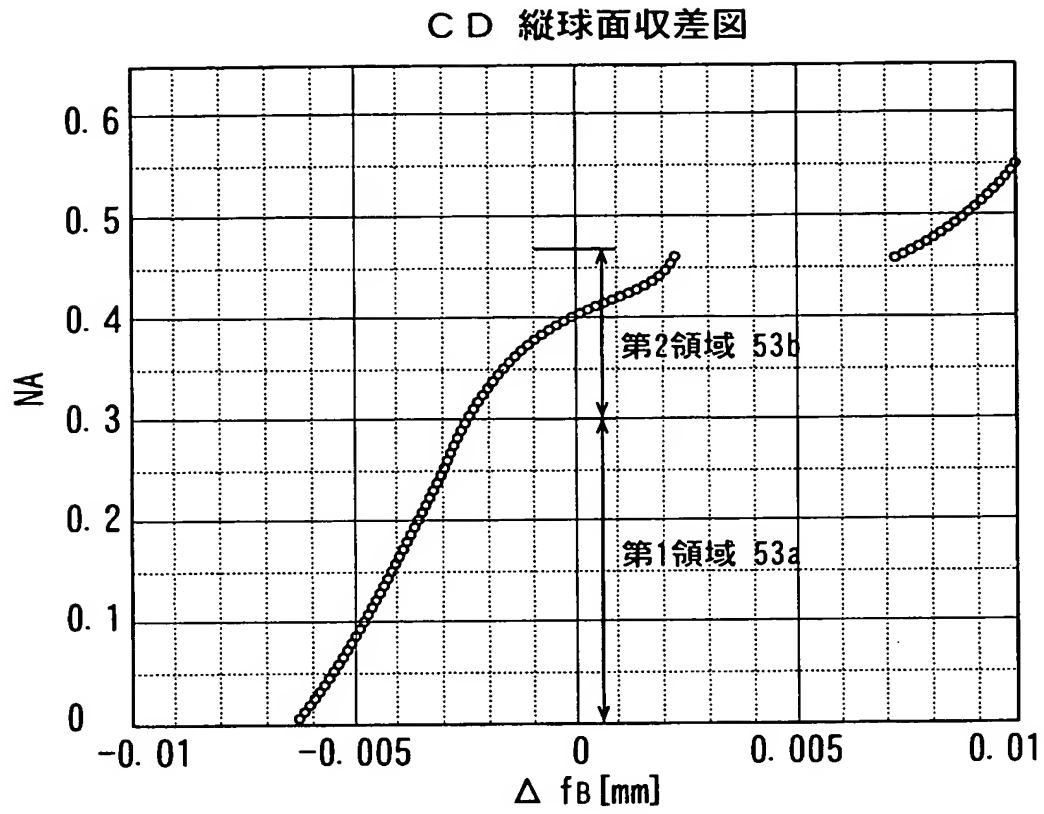
【図 1】



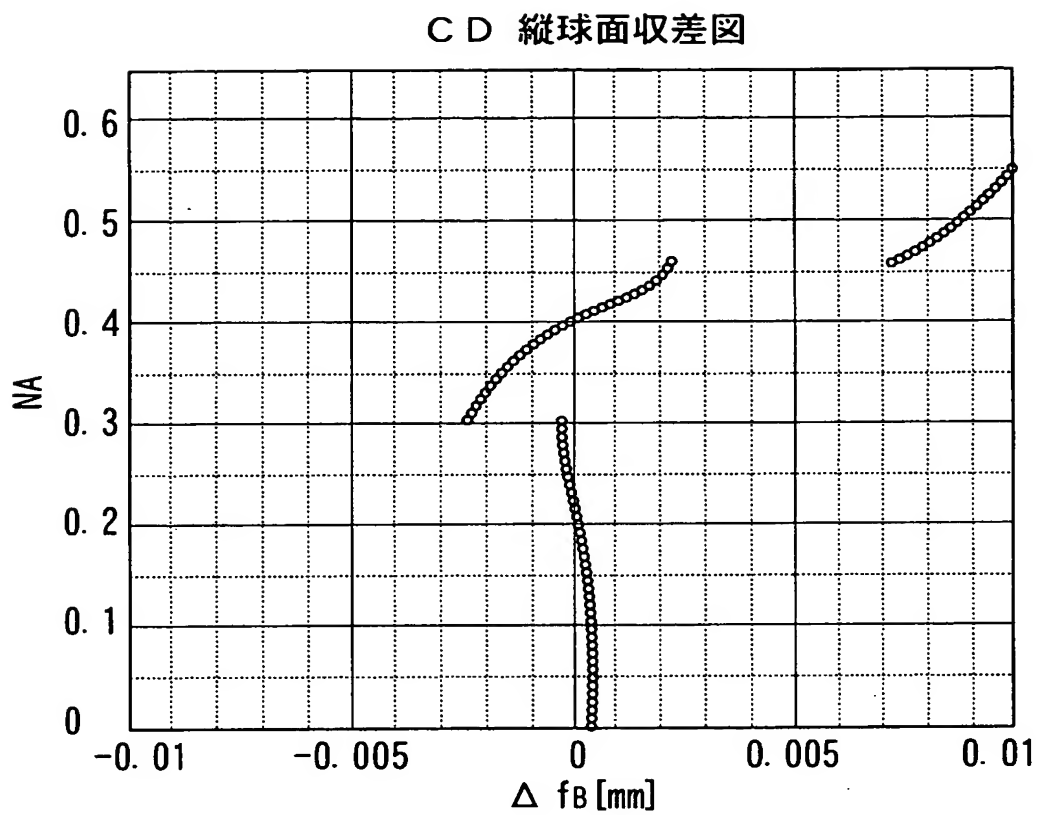
【図 2】



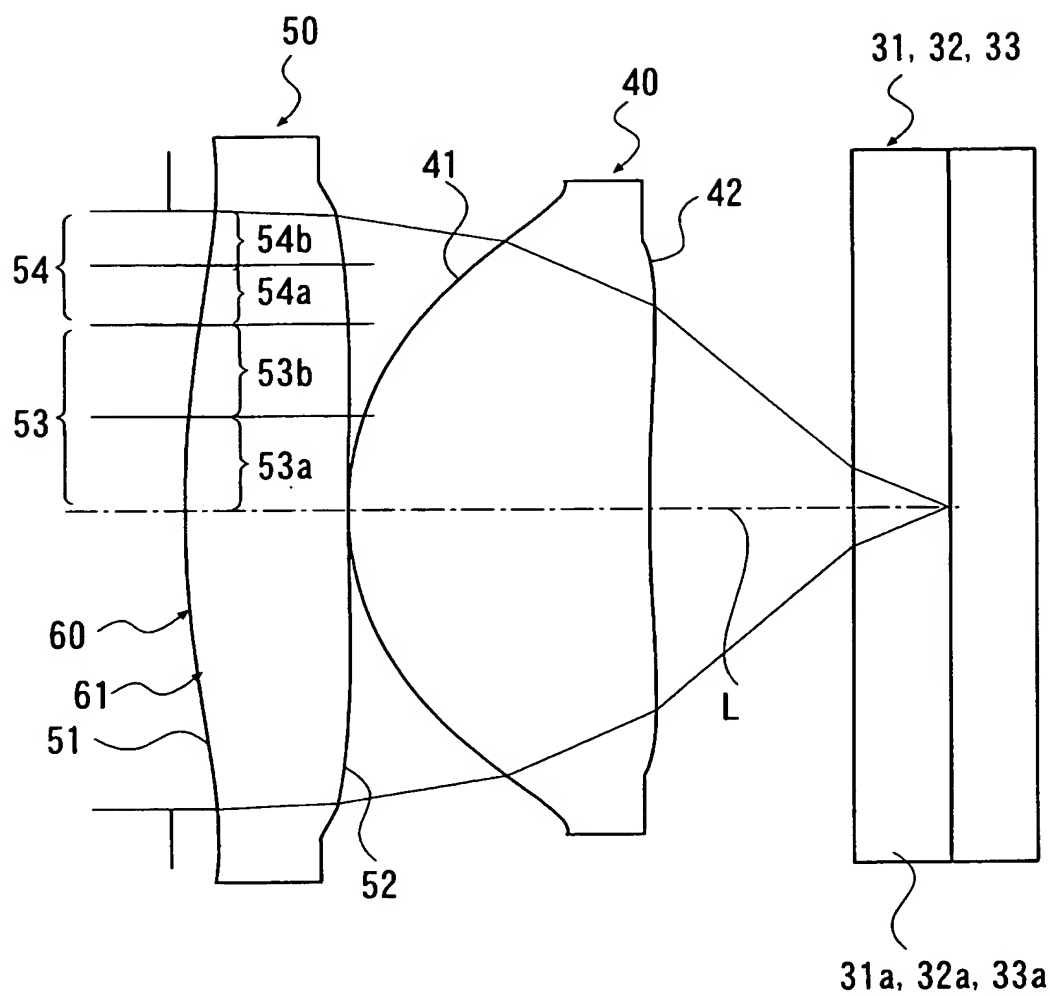
【図 3】



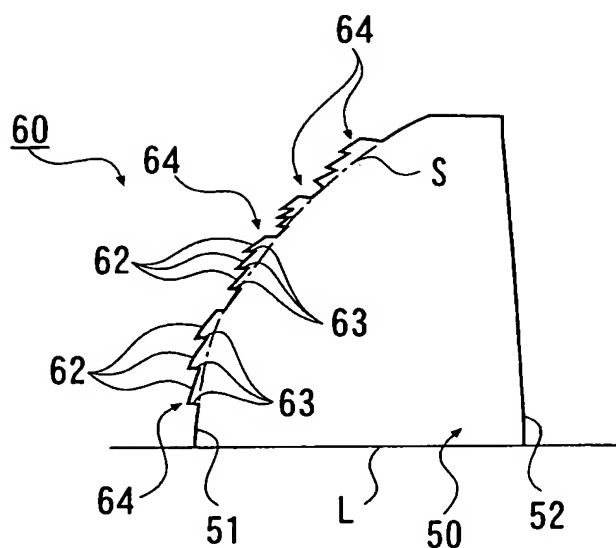
【図 4】



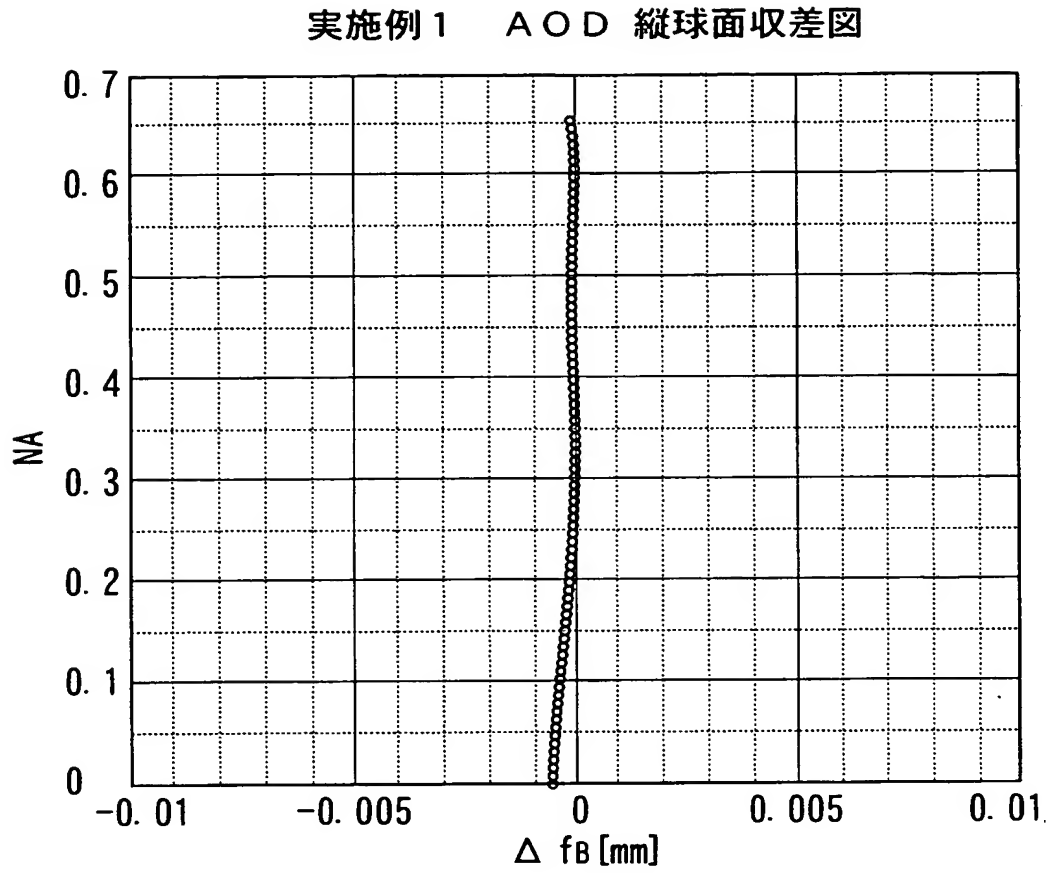
【図 5】



【図 6】

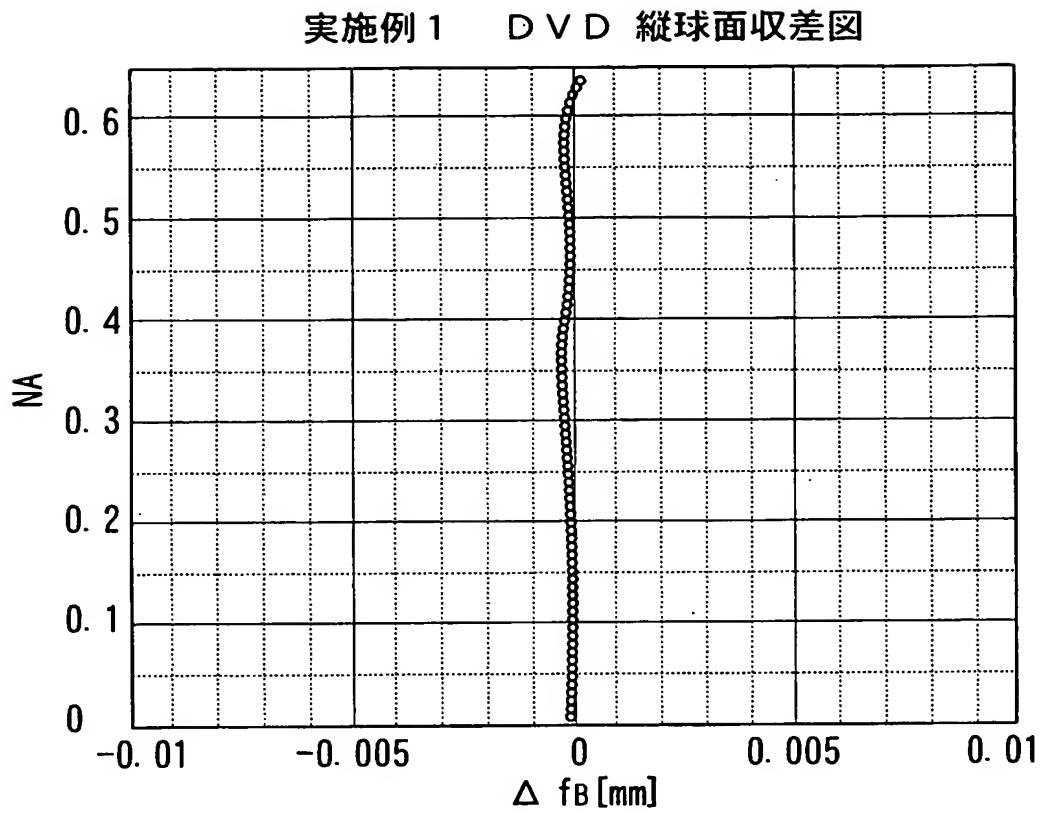


【図 7】

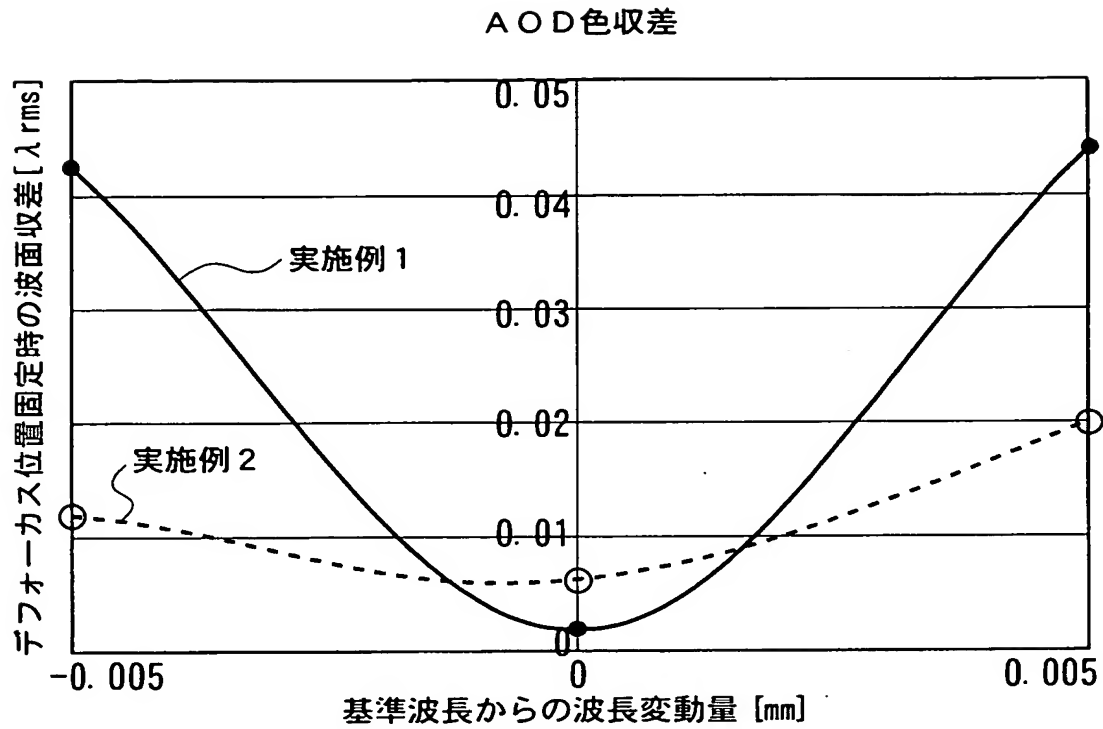




【図 8】

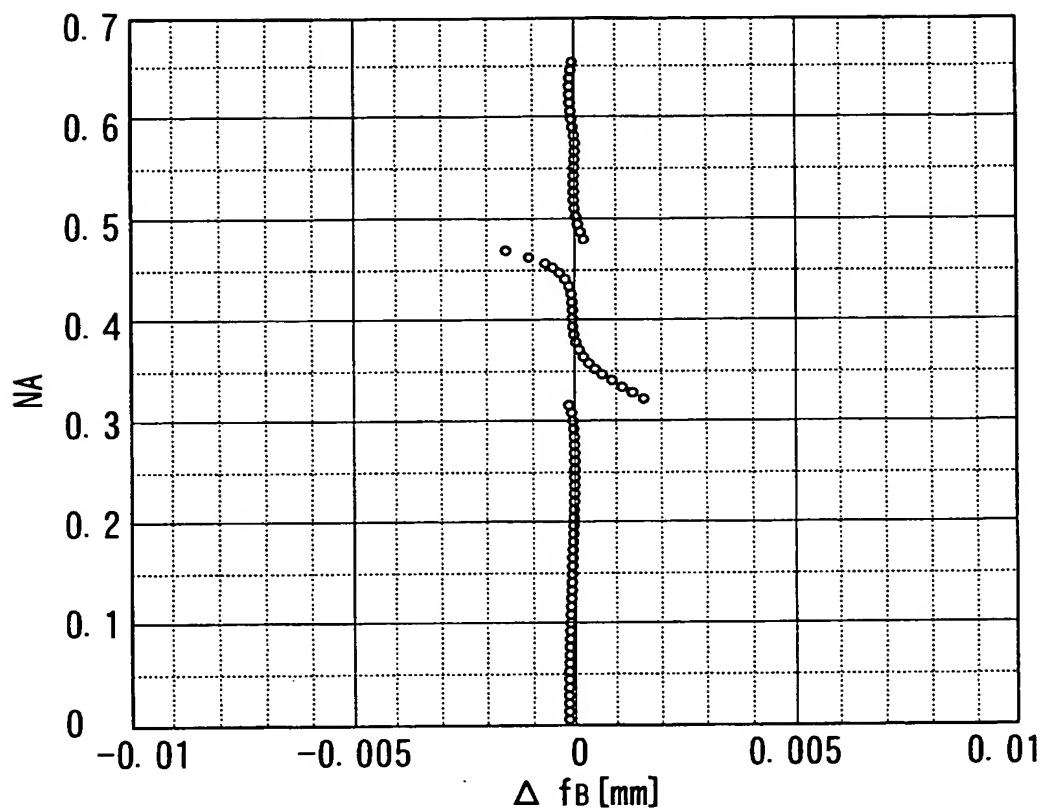


【図 9】

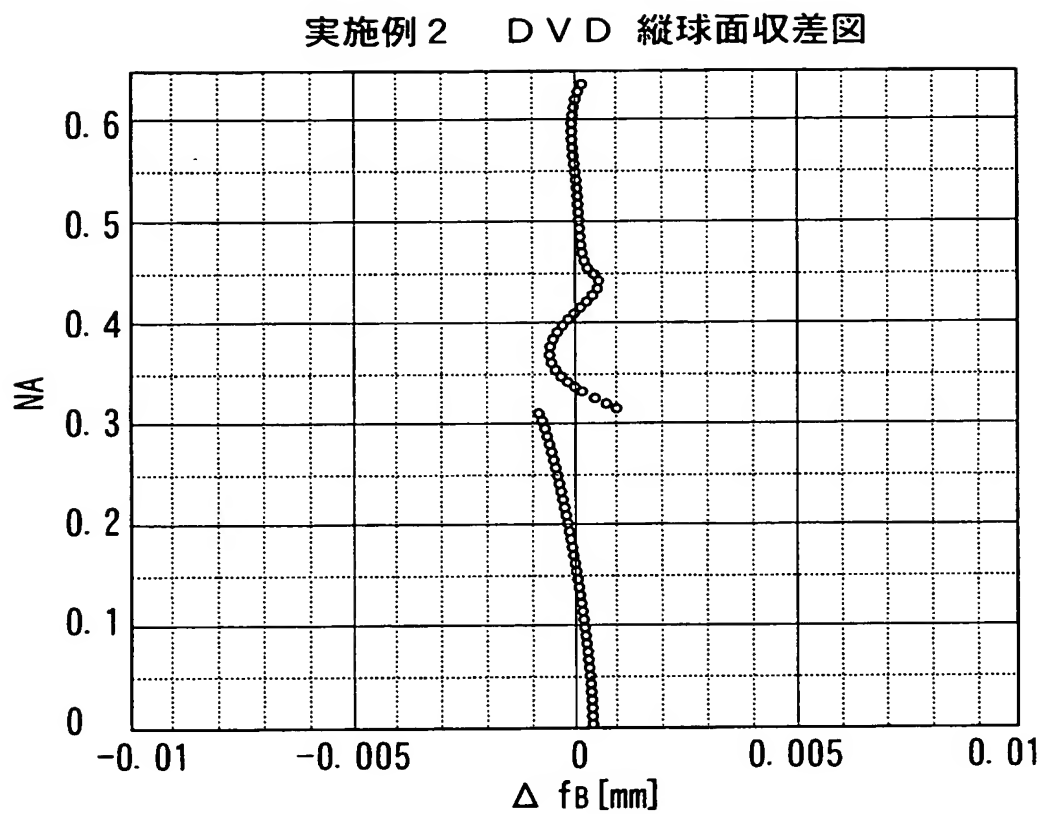


【図 10】

実施例 2 AOD 縦球面収差図

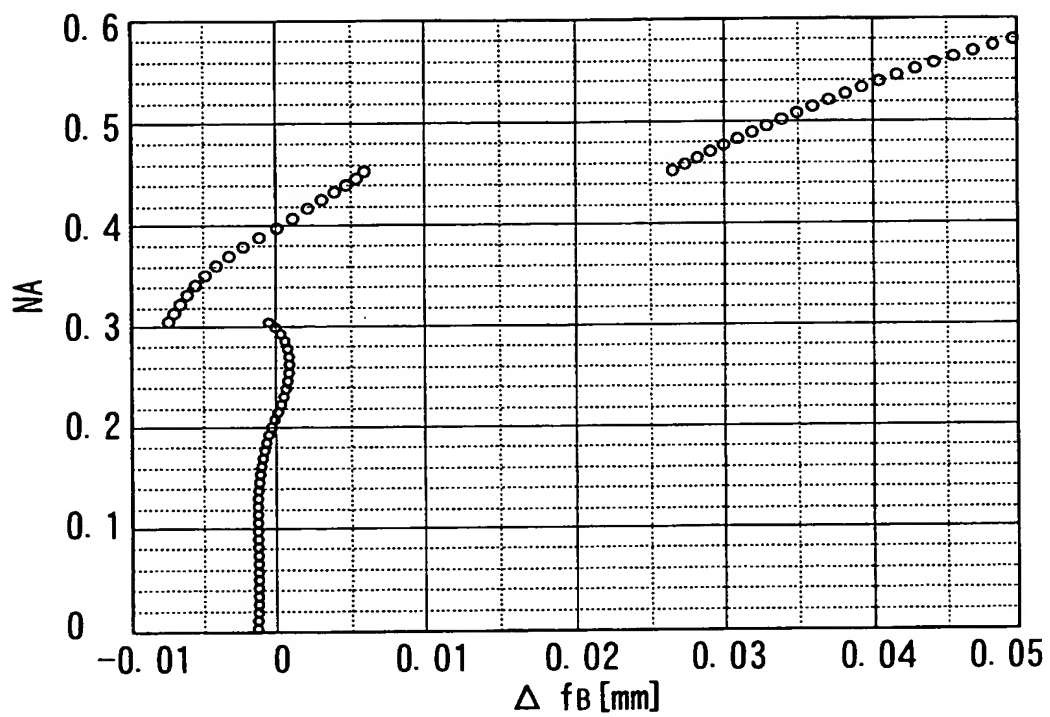


【図 11】



【図 12】

実施例 2 CD 縦球面収差図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 AODと他の光情報記録媒体との互換性を有し、モードホップ時の球面収差の変動を抑えることが可能な集光光学系を提供する。

【解決手段】 本発明の集光光学系は、波長 $\lambda_1$  ( $350\text{ nm} \leq \lambda_1 \leq 450\text{ nm}$ )の光束と波長 $\lambda_2$  ( $650\text{ nm} \leq \lambda_2 \leq 700\text{ nm}$ )の光束を、保護基板厚 $t_1$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{ mm}$ )と $t_2$  ( $0.5\text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{ mm}$ )の第1と第2の光情報記録媒体に集光させる光ピックアップ装置に用いられる。集光光学系は単玉の対物光学素子とこの対物光学素子の入射面の直前に対向して配置される単玉の第1光学素子とを備え、これら光学素子の少なくとも1つに位相差付与構造が形成される。この位相差付与構造は、波長が $\lambda_1$ から $1\text{ nm}$ 変動した場合の当該波長変動前後における、光軸方向に同じ位置での収差変動量を $0.03\lambda_{\text{rms}}$ 以下に補正する色補正機能を有する。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 2 7 0 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 4 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号  
氏 名 コニカ株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 8 月 4 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号  
氏 名 コニカミノルタホールディングス株式会社
3. 変更年月日 2 0 0 3 年 8 月 2 1 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号  
氏 名 コニカミノルタホールディングス株式会社